

دراسة وراثية للإنتاجية وبعض مكوناتها في هجينين من البندورة (*Solanum lycopersicom* L.)

علي عزو*⁽¹⁾ وحسان خوجه⁽¹⁾ وعبدالمحسن مرعي⁽²⁾

(1). قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(2). الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(*للمراسلة م. علي عزو. البريد الإلكتروني: izzo198899@gmail.com).

تاريخ الاستلام: 2021/08/29 تاريخ القبول: 2021/10/19

الملخص

نُفذ البحث في محطة الجماسة التابعة لمركز بحوث طرطوس في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في سورية خلال خريف موسمي الزراعة 2019 و2020، ضمن تجربة بتصميم القطاعات الكاملة العشوائية بثلاثة مكررات، باستخدام طريقة تحليل متوسطات الأجيال لدراسة طبيعة الفعل الوراثي عبر دراسة بعض المؤشرات الوراثية في العشائر الست لهجينين فرديين من البندورة ((T8×T،T2×T8) 16)، وذلك لصفات إنتاجية النبات الفردي، وعدد الأيام حتى بدء الإزهار، ووزن الثمرة، وعدد الثمار في العنقود، وارتفاع الثمرة وقطرها، وعدد حجراتها، أشارت نتائج الدراسة أن معامل التباين المظهري والوراثي اتصفا بتقديرات متوسطة لأغلب الصفات المدروسة مع تقارب كبير لقيمتها مؤكداً ارتفاع مساهمة المكون الوراثي بالتعبير للصفات، وترافقت قوة الهجين قياساً للأب الأفضل في الجيل الأول F₁ مع تدهور وراثي مصاحب للتربية الذاتية في الجيل الثاني F₂، وامتلكت معظم الصفات تقديرات متوسطة لدرجة التوريث بمفهومها الضيق بما يدل على تحكم الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثتها، وأظهر تحليل متوسط الأجيال أن الفعلين الوراثيين التراكمي والسيادي كانا معنويين في أغلب الصفات المدروسة مع تفوق قيم الفعل الوراثي السيادي، وساهم الفعل الوراثي التوقفي من النمط التراكمي× تراكمي والنمط السيادي× سيادي في وراثة معظم الصفات، ودلّ التعاكس بين إشارتي الفعل الوراثي السيادي والفعل الوراثي التوقفي من النوع سيادي× سيادي في غالبية الصفات المدروسة من النمط المزدوج Duplicate وعليه يمكن ممارسة الانتخاب لمثل هذه الصفات في الأجيال الانعزالية المتأخرة في حين كان من النمط المكمل Complementary لصفة عدد الأيام حتى بدء الإزهار في الهجين الثاني وصفة عدد الحجرات في الهجين الأول لذا يمكن تحسينها بالاستفادة من قوة الهجين.

الكلمات المفتاحية: البندورة، الإنتاجية، الفعل الوراثي، درجة التوريث، التقدم الوراثي، درجة السيادة.

المقدمة

تلعب البندورة *Solanum lycopersicom* L. دوراً هاماً في النظام الغذائي المتوازن لاحتوائها على المعادن والفيتامينات وغناها بمضادات الأكسدة بالإضافة لاستخداماتها الغذائية والتصنيعية المتعددة (Vekariya et al., 2019)؛ وتعد من أهم الخضار على المستوى العالمي، إذ تزرع بمساحة تقدر (5.03) مليون هكتار، وإنتاج كلي 180.8 مليون طن (FAO, 2019)، أما في سوريا فبلغت المساحة المكشوفة المزروعة بالبندورة 10179 هكتاراً أنتجت 497481 طناً؛ بمقابل مساحة محمية بلغت 3474 هكتاراً، أنتجت 521148 طناً (المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2018). تمثل زيادة إنتاجية محصول البندورة الهدف النهائي لأي برنامج تربية فعال، وهذا يرتبط بتطوير طرز وراثية ذات أداء متميز من حيث التأقلم البيئي الواسع والإنتاج العالي (Hannan et al., 2007)، ما يتطلب توفر معلومات حول طبيعة وأهمية الفعل الوراثي وكذلك مساهمته في التحكم بالصفات الكمية، لصياغة برامج تربية فعالة. يتيح تحليل متوسطات الأجيال تقدير ودراسة العديد من المؤشرات الوراثية المهمة لمربي النبات كالفعل الوراثي التراكمي والسيادي والتفوقي بأشكاله الثلاثة (تراكمي × تراكمي، وسيادي × سيادي، وتراكمي × سيادي) المؤثرة في الصفات الكمية المدروسة (Singh and Singh, 1992). تكون دراسة معاملي التباين الوراثي GCV والمظهري PCV فكرة حول نسبة كلٍ من التباين الوراثي والبيئي في وراثة صفة ما، حيث يشير اختلاف قيم هذين المعاملين إلى التأثير البيئي في سلوكية هذه الصفات (Hamisu et al., 2016)، في هذا الصدد وجد Rahaei وآخرون (2017) في دراستهم للعشائر الستة لهجينين فرديين من البندورة معنوية للفعلين الوراثيين التراكمي والسيادي في وراثة الصفات المدروسة وغلبة الفعل الوراثي التفوقي تراكمي × تراكمي في وراثة صفة وزن الثمرة، وعدد الثمار في العنقود، والفعل سيادي × سيادي في وراثة إنتاجية النبات الفردي، وعدد الأيام حتى بدء الإزهار. كما سجل Ramzan وآخرون (2014) في دراستهم التي تناولت التحليل الوراثي للإنتاجية ومكوناتها لـ 15 هجيناً وسلالاتها الأبوية، تقديرات عالية ومنقاربة لمعاملي التباين المظهري والوراثي لصفات عدد الثمار في العنقود (34.93%، 33.76%)، وارتفاع الثمرة (34.96%، 34.35%)، ولقطر الثمرة (30.17%، 29.81%)، وإنتاجية النبات الفردي (56.78%، 56.71%) على الترتيب، الأمر الذي يشير لارتفاع تأثير العوامل الوراثية في التعبير عن الصفات وبالتالي إمكانية الانتخاب على الأساس المظهري لهذه الصفات. وذكر Shalaby (2013) في دراسته للعشائر الستة لهجين من البندورة تقديرات عالية لدرجة التوريث بالمعنى الضيق لصفات وزن الثمرة (81.5%)، والإنتاج المبكر (73.4%)، وصلابة الثمار (76.6%)، ومتوسطة لصفات ارتفاع النبات (47.7%)، وعدد الفروع في النبات (58.1%)، ونسبة العقد (28.9%) والمواد الصلبة الذائبة الكلية (44.4%)، ومنخفضة للإنتاج الكلي (6.48%). مما سبق وانطلاقاً من الأهمية الغذائية والاقتصادية للبندورة؛ فقد هدف البحث إلى تحديد طبيعة الفعل الوراثي المتحكم في وراثة الإنتاجية وبعض مكوناتها في هجينين من البندورة بهدف تحسين البندورة المحمية.

مواد البحث وطرقه

موقع وزمن تنفيذ البحث: نُفذَ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس - محطة بحوث الجماسة، في خريف الموسمين الزراعيين 2019-2020.

المادة الوراثية: تم العمل على هجينين فرديين من البندورة (T2×T8)، (T8×T16) ناتجين عن برنامج تصالب نصف تبادلي ويتمتعان بمقدرة خاصة على الانتلاف مرغوبة للإنتاجية وبعض مكوناتها فضلاً عن مقدرة عامة مرغوبة على الانتلاف للسلاسل الأبوية للهجينين، (الجدول، 1).

الجدول رقم (1) مصدر السلالات المستخدمة في الدراسة وأهم مواصفاتها.

اسم السلالة	مصدر السلالة	طبيعة النمو	صفات الثمار
T2	محلي	غير محدود النمو	كبيرة كروية حمراء
T8	محلي	غير محدود النمو	كبيرة كروية حمراء
T16	محلي	محدود النمو	متوسطة كروية حمراء

طرائق البحث

الموسم الأول: تمت زراعة الهجينين وأبائهما، وإجراء التهجينات اللازمة للحصول على كمية كافية من بذار الجيل الأول (F₁) وبذار كلٍّ من الهجينين الرجعيين (BC₂, BC₁) إضافةً إلى بذار الآباء (P₂, P₁) وبذار الجيل الثاني (F₂) ليتم بذلك الحصول على بذار العشائر الست لكل هجينٍ فرديٍّ (BC₂, BC₁, F₂, F₁, P₂, P₁).

الموسم الثاني: تمت زراعة العشائر الست لكلا الهجينين في بيت بلاستيكي وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية Randomized Complete Blocks Design، في ثلاثة مكررات، زرع في كل مكرّر العشائر الستة لكلٍ من الهجينين المدروسين، وذلك بواقع عشرة نباتات لكل من عشيرة الأب الأول (P₁)، وعشيرة الأب الثاني (P₂)، وعشيرة الجيل الأول (F₁)، وأربعين نباتاً لعشيرة الجيل الثاني (F₂)، وثلاثين نباتاً لكل من عشيرتي الهجينين الرجعي الأول (BC₁) والرجعي الثاني (BC₂) في كل مكرر. ضمن قطع تجريبية مخططة، بحيث كان التباعد بين الخطوط 85 سم، وبين النباتات على الخط 40 سم. قُدمت جميع عمليات الخدمة الزراعية قبل وبعد الزراعة (تسميد - ري - مكافحة ...)، وفقاً لما هو متبع في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في خدمة محصول البندورة المحمية، مع مراعاة تقليم النباتات على ساق واحدة.

الصفات المدروسة

تمت دراسة صفات إنتاجية النبات الفردي كغ/ نبات، وعدد الأيام من التشتيل حتى بدء الإزهار/يوم، ومتوسط وزن الثمرة/غ، وعدد الثمار في العنقود، وارتفاع الثمرة/سم، وقطر الثمرة/سم، وعدد الحجيرات في الثمرة /حجيرة، جمعت البيانات لكافة الصفات المدروسة ويُوّبت باستخدام برنامج Excel، وأجري تحليل للتباين باستخدام برنامج Genstat-12 ومن ثمّ خلّلت هذه البيانات للعشائر الست وفقاً للعالمين (Snedecor and Cochran, 1981)، كما تمّ مقارنة المتوسطات باستخدام طريقة أقل فرق معنوي (L.S.D) على مستوى معنوية 5%. وحُسبت المؤشرات الوراثية التالية:

1. درجة السيادة P (Potence ratio): حُسبت درجة السيادة وفقاً Smith (1952):

$$P = \frac{F_1 - MP}{0.5 \times (P_2 - P_1)}$$

حيث: MP متوسط الأبوين، P_1 و P_2 متوسط الأب الأول، الأب الثاني والهجين الأول على الترتيب.

2. قوة الهجين Heterosis: قُدرت قوة الهجين وفق (Singh and Chaudhary, 1977):

$$HBP = \frac{F_1 - BP}{BP} \times 100 \quad HMP = \frac{F_1 - MP}{MP} \times 100$$

حيث: BP متوسط الأب الأفضل. كما قُدرت معنوية قوة الهجين باختبار T-Test وفق العالم (Wynne et al., 1970).

3. التدهور الوراثي Inbreeding depression: قُدِّر وفقاً (Singh and Chaudhary, 1977):

$$ID = \frac{F_1 - F_2}{F_1} \times 100$$

وحُسبت معنوية درجة التدهور مقارنة القيمة $(F_1 - F_2)$ مع ناتج المعادلة: $\sqrt{(VF_2 + VF_1)/2}$ $T = T_{(TABLET)}$

4. اختبار Scaling test 1: وضع Mather (1949)، و Hayman and Mather (1955) أربعة مقاييس للتأكد من وجود أو عدم وجود تفاعل بين المورثات، وهي (A، B، C، D) حيث تشير معنوية أيٍّ من هذه المقاييس إلى وجود تفاعل بين المورثات على المواقع الوراثية المختلفة، وتعطى بالمعادلات التالية:

$$A = 2\overline{BC_1} - \overline{P_1} - \overline{F_1}, \text{ Its variance } S_A^2 = 4S_{BC_1}^2 + S_{P_1}^2 + S_{F_1}^2$$

$$B = 2\overline{BC_2} - \overline{P_2} - \overline{F_1}, \text{ Its variance } S_B^2 = 4S_{BC_2}^2 + S_{P_2}^2 + S_{F_1}^2$$

$$C = 4\overline{F_2} - 2\overline{F_1} - \overline{P_1} - \overline{P_2}, \text{ Its variance } S_C^2 = 16S_{F_2}^2 + 4S_{F_1}^2 + S_{P_1}^2 + S_{P_2}^2$$

$$D = 2\overline{F_2} - \overline{BC_1} - \overline{BC_2}, \text{ Its variance } S_D^2 = 4S_{F_2}^2 + S_{BC_1}^2 + S_{BC_2}^2$$

حيث تشير P₁، P₂، F₁، F₂، BC₁، BC₂ إلى متوسطات الأب الأول والثاني والجيل الأول والجيل الثاني والتجهين الرجعي الأول والثاني على الترتيب. وحُسب الخطأ المعياري لكل مقياس إضافةً لقيمة T المحسوبة.

5. اختبار Scaling test 2: استخدم الاختبار 2 Scaling test للتأكد من وجود التفاعل الوراثي البيئي، حيث حُسبت نسبة (F-ratio) لكلٍّ من عشائر الأب الأول P₁ والثاني P₂ والجيل الأول F₁.

6. الفعل الوراثي Gene Action: أُستخدمت متوسطات العشائر الست لكلٍّ هجينٍ وذلك لتقدير المؤشرات الستة Six Parameters للفعل الوراثي باستخدام المعادلات الموضوعة من قبل Hayman (1958).

$$m = \overline{F_2}$$

$$d = \overline{BC_1} - \overline{BC_2}$$

$$h = \overline{F_1} - 4\overline{F_2} - 0.5\overline{P_1} - 0.5\overline{P_2} + 2\overline{BC_1} + 2\overline{BC_2}$$

$$i = 2\overline{BC_1} + 2\overline{BC_2} - 4\overline{F_2}$$

$$j = \overline{BC_1} - 0.5\overline{P_1} - \overline{BC_2} + 0.5\overline{P_2}$$

$$l = \overline{P_1} + \overline{P_2} + 2\overline{F_1} + 4\overline{F_2} - 4\overline{BC_1} - 4\overline{BC_2}$$

m : متوسط الجيل الثاني، d : الفعل الوراثي التراكمي، h : الفعل الوراثي السياتي، i : الفعل الوراثي التفوقي من النوع تراكمي

× تراكمي، j : الفعل الوراثي التفوقي من النوع تراكمي × سياتي، l : الفعل الوراثي التفوقي من النوع سياتي × سياتي. كما

تم تقدير التباين العائد لكلِّ مؤشِّرٍ من المؤشِّرات الستة وحُسب الخطأ المعياري وقيمة T لكلِّ مؤشِّر.

7. معاملي التباين المظهري PCV والوراثي GCV: تم تقديرهما وفق (Singh and Chaudhary, 1977).

$$GCV = \frac{\sqrt{S_{F_2}^2 - S_E^2}}{X_{F_2}} \times 100 \quad PCV = \frac{\sqrt{S_{F_2}^2}}{X_{F_2}} \times 100$$

$S_{F_2}^2$: تباين الجيل الثاني. S_E^2 : التباين البيئي الذي يحسب بالمعادلة التالية $S_E^2 = \frac{S_{P_1}^2 + S_{P_2}^2 + S_{F_1}^2}{3}$ S_g و S_{ph} : الانحراف

المعياري المظهري والوراثي على الترتيب. X_{F_2} : متوسط الجيل الثاني. X : المتوسط العام.

قسّمت قيم GCV، PCV إلى ثلاثة مستويات وفقاً للعالمين (Sivasubranian and Menon, 1973) حيث 0-10%.

منخفض، 10-20% متوسط، أكبر من 20% عالٍ.

8. درجة التوريث بمفهومها الواسع HBS والضيّق HNS: قُدرت لجميع الصفات المدروسة وفقاً للعالمين Burton (1951)، و Warner (1952):

$$H_{BS} = \frac{S_g^2}{S_{ph}^2} \quad H_{NS} = \frac{S_a^2}{S_{ph}^2}$$

حيث أن: S_g^2 : التباين الوراثي. S_a^2 : التباين الوراثي التراكمي. S_{ph}^2 : التباين المظهري.

قسّمت قيم درجة التوريث وفق Robinson وزملاؤه (1949) إلى ثلاثة مستويات هي 0-30% منخفض، 30-60% متوسط، أكبر من 60% عالٍ.

9. التقدّم الوراثي ΔG (Genetic advance): قُدر على شدة انتخاب 5%، كما حُسبت النسبة المئوية للتقدّم الوراثي ($\Delta G\%$) كنسبة من متوسط الجيل الثاني (F_2) وذلك وفق العالم Allard (1960):

$$\Delta G\% = \frac{\Delta G}{F_2} \times 100 \quad \Delta G = 2.0627 \times H_{NS} \times S_{F_2}$$

قسّمت قيم $\Delta G\%$ إلى ثلاثة مستويات وفق (Johnson et al., 1955) حيث 0-10% منخفض، 10-20% متوسط، أكبر من 20% عالٍ.

النتائج والمناقشة

تحليل التباين ومقارنة متوسطات العشرات الستة للهجينين:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي المبينة في (الجدول، 2-3) وجود فروقات عالية المعنوية بين العشرات الست لكل هجين من الهجينين ($T_2 \times T_8$)، ($T_8 \times T_{16}$)، ولجميع الصفات المدروسة، مشيراً ذلك إلى التباعد الوراثي بين التراكيب الوراثية الأبوية للهجينين المدروسين، جاء هذا متوافقاً مع نتائج (Rahaei et al., 2017; Chi, 2017)؛ تراوحت متوسطات الآباء لصفة إنتاجية النبات الفردي الموضحة في (الجدول، 4) من 3.505 كغ/نبات ل (T_8) إلى 1.792 كغ/نبات ل (T_{16}) من الهجين الثاني، وظهرت قوة الهجين واضحة من خلال تفوق عشيرة الهجن الفرديّة (F_1) على إنتاجية آباؤها فوصلت إلى 4.453 كغ/نبات للهجين الأول، و 4.058 كغ/نبات في الهجين الثاني، وتراوحت متوسطات الإنتاجية في عشيرة (F_2) من 3.732 كغ/نبات في الهجين الأول إلى 2.961 كغ/نبات في الهجين الثاني، وتراوحت متوسطات عشيرة (BC_1) من 3.958 كغ/نبات للهجين الأول إلى 3.821 كغ/نبات للهجين الثاني، في حين كانت في عشيرة (BC_2) من 4.117 كغ/نبات للهجين الأول إلى 3.136 كغ/نبات للهجين الثاني.

الجدول (2) تحليل التباين للهجين ($T_2 \times T_8$) للصفات المدروسة.

عدد الحجيرات في الثمرة /حجيرة	قطر الثمرة /سم	ارتفاع الثمرة/سم	عدد الثمار في العنقود/ثمرة	وزن الثمرة/غ	عدد الأيام حتى بدء الإزهار /يوم	إنتاجية النبات الفردي /كغ	مصدر التباين
0.003	0.019	0.020	0.045	14.0	0.478	0.003	المكررات
**0.098	**0.401	**0.254	**4.032	**1353.2	**39.811	**0.520	العشرات
0.034	0.163	0.081	0.111	108.3	8.124	0.138	الخطأ التجريبي
6.600	6.100	5.000	6.400	6.300	9.500	9.700	CV%
2.783	6.631	5.721	5.200	165.1	30.050	3.85	المتوسط العام

CV: تشير إلى معامل الاختلاف، * تشير إلى المعنوية على مستوى 5%، ** تشير إلى المعنوية على مستوى 1% (معنوية عالية).

الجدول (2) تحليل التباين للهجين (T8×T16) للصفات المدروسة.

مصدر التباين	إنتاجية النبات الفردي /كغ	عدد الأيام حتى بدء الإزهار/يوم	وزن الثمرة /غ	عدد الثمار في العقود/ثمرة	ارتفاع الثمرة/سم	قطر الثمرة/سم	عدد الحجيرات في الثمرة/حجيرة
المكررات	0.017	0.131	8.3	0.015	0.006	0.007	0.003
العشائر	**1.957	**15.490	**2446.9	**5.509	**0.410	**0.614	**0.104
الخطأ التجريبي	0.089	8.805	158.6	0.129	0.085	0.107	0.041
CV%	9.300	10.400	8.1	7.200	5.000	5.400	6.900
المتوسط العام	3.213	28.420	155.6	4.962	5.863	6.078	2.942

CV: تشير إلى معامل التباين. تشير إلى المعنوية على مستوى 5%، * تشير إلى المعنوية على مستوى 1% (معنوية عالية). وبالنسبة لصفة عدد الأيام حتى بدء الإزهار الموضحة نتائجها في الجدول (4) فقد كانت السلالة الأبوية (T16) من الهجين الثاني الأكثر تبكيراً في الإزهار 28.557 يوماً في حين كان الأب (T2) من الهجين الأول أكثر الآباء تأخيراً في الإزهار 35.556 يوماً، وتراوحت متوسطات عشيرة (F₁) لصفة عدد الأيام حتى بدء الإزهار من 23.933 يوم في الهجين الثاني 24.807 يوم في الهجين الأول، وتراوحت متوسطات عشيرة (F₂) من 29.002 يوم للهجين الثاني إلى 30.751 يوم للهجين الأول، كما تراوحت من 28.866 يوم في الهجين الثاني إلى 29.502 يوم في الهجين الأول في عشيرة (BC₁)، في حين تراوحت من 27.500 يوم للهجين الثاني إلى 27.877 يوم للهجين الأول في عشيرة (BC₂).

أما بالنسبة لصفة وزن الثمرة والموضحة نتائجها في الجدول (4) فقد تراوحت متوسطات الآباء لهذه الصفة من 115.400 غ ل (T16) من الهجين الثاني إلى 186.667 غ ل (T8)، ومن 173.533 غ في الهجين الثاني إلى 178.400 غ في الهجين الأول وذلك في عشيرة (F₁)، أما عشيرة (F₂) فقد تراوحت متوسطات صفة وزن الثمرة فيها من 142.335 غ في الهجين الثاني إلى 148.523 غ للهجين الأول، وتراوحت من 164.667 غ في الهجين الأول إلى 179.939 غ في الهجين الثاني وذلك في عشيرة (BC₁)، في حين تراوحت هذه القيم في عشيرة (BC₂) من 135.508 غ للهجين الثاني إلى 180.344 غ في الهجين الأول.

وتراوحت متوسطات الآباء لصفة عدد الثمار في العقود الموضحة في الجدول (4) من 3.300 ثمرة ل (T16) من الهجين الثاني إلى 5.935 ثمرة ل (T2) من الهجين الأول، وتراوحت متوسطات عشيرة (F₁) من 6.350 ثمرة للهجين الأول إلى 7.000 ثمرة للهجين الثاني، وتراوحت متوسطات صفة عدد الثمار في العقود في عشيرة (F₂) من 4.594 ثمرة في الهجين الثاني إلى 4.696 ثمرة في الهجين الأول، وتراوحت متوسطات عشيرة (BC₁) من 5.553 ثمرة للهجين الثاني إلى 6.120 ثمرة للهجين الأول، في حين تراوحت في عشيرة (BC₂) من 4.799 للهجين الأول إلى 5.561 للهجين الثاني. وفي صفة ارتفاع الثمرة فقد تراوحت متوسطات الآباء لهذه الصفة من 5.279 سم ل (T2) إلى 5.758 سم ل (T8)، ومن 6.403 سم في الهجين الثاني إلى 6.112 سم في الهجين الأول وذلك في عشيرة (F₁)، أما عشيرة (F₂) فقد تراوحت متوسطات صفة ارتفاع الثمرة فيها من 5.521 سم للهجين الأول إلى 5.592 سم للهجين الثاني، وتراوحت من 5.748 سم في الهجين الأول إلى 6.107 سم في الهجين الثاني وذلك في عشيرة (BC₁)، في حين تراوحت هذه القيم في عشيرة (BC₂) من 5.908 سم للهجين الأول إلى 5.933 سم في الهجين الثاني، (الجدول، 4).

بالمقابل في صفة قطر الثمرة فقد حَقَّق الأب (T2) من الهجين الأول أكبر قطر بين الآباء بقيمة قدرها 6.616 سم في حين كانت ثمار الأب (T16) من الهجين الثاني أقل الآباء قطراً 5.433 سم، حيث تراوحت متوسطات عشيرة (F₁) من

6.799 سم في الهجين الثاني إلى 7.182 سم في الهجين الأول، وتراوح متوسطات عشيرة (F₂) من 5.818 سم للهجين الثاني إلى 6.333 سم للهجين الأول، وكانت من 6.200 سم للهجين الثاني إلى 6.835 سم للهجين الأول في عشيرة (BC₁)، في حين تراوحت من 6.065 سم في الهجين الثاني إلى 6.668 سم في الهجين الأول في عشيرة (BC₂)، (الجدول 4).

أما صفة عدد الحجيرات في الثمرة الموضحة نتائجها في الجدول (4) فقد تراوحت متوسطات الآباء لهذه الصفة من 2.633 حجيرة لـ (T16) من الهجين الثاني إلى 3.030 حجيرة لثمار (T8)، وتراوح من 2.472 حجيرة في الهجين الأول إلى 3.144 حجيرة في الهجين الثاني وذلك في عشيرة (F₁)، أما عشيرة (F₂) فقد تراوحت متوسطات صفة عدد الحجيرات في الثمرة فيها من 2.785 حجيرة للهجين الأول إلى 2.834 للهجين الثاني، وتراوح من 2.801 حجيرة في الهجين الأول إلى 3.066 حجيرة في الهجين الثاني وذلك في عشيرة (BC₁)، في حين تراوحت هذه القيم في عشيرة (BC₂) من 2.847 حجيرة للهجين الأول إلى 2.939 حجيرة في الهجين الثاني.

الجدول (4). قيم المتوسطات والتباين للعشائر الست للهجينين (T₂×T₈)، (T₈×T₁₆) لجميع الصفات المدروسة.

LSD 5%	العشائر الست						المتوسط	الهجين	الصفة
	BC ₂	BC ₁	F ₂	F ₁	P ₂	P ₁			
0.677	4.117	3.958	3.732	4.453	3.505	3.317	المتوسط	الهجين الأول	إنتاجية النبات الفردي/كغ
	0.221	0.244	0.311	0.040	0.071	0.049	التباين		
0.544	3.136	3.821	2.961	4.058	1.792	3.505	المتوسط	الهجين الثاني	عدد الأيام حتى بدء الإزهار
	0.384	0.342	0.464	0.036	0.011	0.071	التباين		
5.185	27.877	29.502	30.751	24.807	31.782	35.556	المتوسط	الهجين الأول	وزن الثمرة/غ
	25.160	29.243	38.096	5.797	4.627	6.109	التباين		
5.398	27.500	28.866	29.002	23.933	28.557	31.782	المتوسط	الهجين الثاني	عدد الثمار في العنقود
	23.473	28.388	36.563	1.648	4.463	4.627	التباين		
18.93	180.344	164.667	148.523	178.400	186.667	131.900	المتوسط	الهجين الأول	ارتفاع الثمرة/سم
	437.195	483.933	685.563	126.524	54.023	13.128	التباين		
22.91	135.508	179.939	142.335	173.533	115.400	186.667	المتوسط	الهجين الثاني	قطر الثمرة/سم
	458.102	307.242	648.490	12.464	19.834	54.023	التباين		
0.607	4.799	6.120	4.696	6.350	3.300	5.935	المتوسط	الهجين الأول	عدد الحجيرات في الثمرة
	0.365	0.529	0.723	0.021	0.021	0.306	التباين		
0.653	5.561	5.553	4.594	7.000	3.767	3.300	المتوسط	الهجين الثاني	عدد الحجيرات في الثمرة
	0.563	0.477	0.870	0.021	0.051	0.021	التباين		
0.518	5.908	5.748	5.521	6.112	5.758	5.279	المتوسط	الهجين الأول	عدد الحجيرات في الثمرة
	0.166	0.229	0.280	0.028	0.083	0.047	التباين		
0.531	5.933	6.107	5.592	6.403	5.375	5.758	المتوسط	الهجين الثاني	عدد الحجيرات في الثمرة
	0.248	0.224	0.324	0.043	0.043	0.083	التباين		
0.734	6.668	6.835	6.333	7.182	6.149	6.616	المتوسط	الهجين الأول	عدد الحجيرات في الثمرة
	0.332	0.434	0.585	0.030	0.018	0.106	التباين		
0.596	6.065	6.200	5.818	6.799	5.433	6.149	المتوسط	الهجين الثاني	عدد الحجيرات في الثمرة
	0.190	0.289	0.339	0.114	0.120	0.018	التباين		
0.333	2.847	2.801	2.785	2.472	3.030	2.761	المتوسط	الهجين الأول	عدد الحجيرات في الثمرة
	0.148	0.140	0.199	0.010	0.041	0.020	التباين		
0.370	2.939	3.066	2.834	3.144	2.633	3.030	المتوسط	الهجين الثاني	عدد الحجيرات في الثمرة
	0.123	0.125	0.192	0.007	0.018	0.041	التباين		

درجة السيادة وقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل والتدهور الوراثي

أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (5) أن قيم درجة السيادة (P) كانت أكبر من الواحد الصحيح لصفات إنتاجية النبات الفردي وعدد الأيام حتى بدء الإزهار، وعدد الثمار في العنقود، وارتفاع الثمرة، وقطر الثمرة، وعدد الحبيبات في الثمرة في كلا الهجينين، تشير هذه النتائج إلى السيادة الفائقة لمورثات أحد الأبوين على مورثات الأب الآخر في وراثته هذه الصفات، إذ انعكس ذلك جلياً بالقيم المعنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً للأب الأفضل ولغالبية الصفات ولكلا الهجينين، إذ سُجلت أعلى القيم الموجبة والمرغوبة 85.84% لصفة عدد الثمار في العنقود للهجين الأول تلتها إنتاجية النبات الفردي 27.06% للهجين الثاني، وسجلت أفضل القيم السلبية والمرغوبة لصفة عدد الأيام حتى بدء الإزهار (-21.95%)، -16.19% في الهجين الأول والثاني على التوالي، وهذا يتوافق مع نتائج (Patel et al., 2010; Somraj et al., 2017). بينما أبدى عدد الأيام حتى بدء الإزهار كأحد مؤشرات الباكورية أعلى القيم السلبية المرغوبة 21.95% للهجين الأول، بما يتناسب ونتائج (Rajan et al., 2019)، بالمقابل كانت درجة السيادة أصغر من الواحد لصفة وزن الثمرة في كلا الهجينين، مما يعبر عن دور السيادة الجزئية في توريث هاتين الصفتين، ويتفق هذا مع ما توصل إليه (Rahaei et al., 2017). من ناحية أخرى فقد أكد كلٌّ من Falconer (1981) و (Mather and Jinks, 1982) أن قوة الهجين والتدهور المصاحب للتربية الذاتية تمثلان ظاهرتين متلازمتين، ويبدو ذلك واضحاً من خلال القيم المعنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين في الجيل الأول المترافقة مع تدهور مصاحبٍ للتربية الذاتية في الجيل الثاني، إذ اتسمت بالقيم الموجبة المعنوية لصفات إنتاجية النبات في الهجين الأول (27.04%) وعدد الثمار في العنقود للهجين الأول (26.05%) والهجين الثاني (34.37%) وقطر الثمرة في الهجين الثاني (14.43%)، (الجدول 5)، جاءت نتائجنا مقارنةً لما توصل إليه (Shalaby, 2013).

الجدول (5). درجة السيادة (P)، قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP})، والأب الأفضل (H_{BP})، وتدهور التربية الذاتية (ID) للصفات المدروسة للهجينين الأول (T₂×T₈)، (T₈×T₁₆).

الصفة	الهجين	درجة السيادة (P)	قوة الهجين		تدهور التربية الذاتية % (ID)
			H _{BP}	H _{MP}	
إنتاجية النبات الفردي	الهجين الأول	11.1	27.06**	30.56**	16.19
	الهجين الثاني	1.65	15.79**	53.23**	27.04*
عدد الأيام حتى بدء الإزهار	الهجين الأول	4.70	-21.95**	-26.32**	-23.96
	الهجين الثاني	3.87	-16.19*	-20.67**	-21.18
وزن الثمرة	الهجين الأول	0.70	-4.43	12.00*	16.75
	الهجين الثاني	0.63	-7.04**	14.90**	17.98
عدد الثمار في العنقود	الهجين الأول	1.31	6.99**	37.52**	26.05*
	الهجين الثاني	14.86	85.84**	98.11**	34.37**
ارتفاع الثمرة	الهجين الأول	2.480	6.15	10.75**	9.67
	الهجين الثاني	4.375	11.21**	15.04**	12.66
قطر الثمرة	الهجين الأول	3.42	8.55**	12.52**	11.82
	الهجين الثاني	2.82	10.58	17.41**	14.43*
عدد الحبيبات	الهجين الأول	3.15	-10.47	-14.64*	-12.68

9.84	19.38**	11.02*	-1.57	الهجين الثاني	في الثمرة
------	---------	--------	-------	---------------	-----------

* تشير إلى المعنوية على مستوى 5%، ** تشير إلى المعنوية على مستوى 1% (معنوية عالية).

معاملتي التباين المظهري والوراثي، ودرجة التوريث بمفهومها الواسع والضيق، والتقدم الوراثي.

بيّنت النتائج في الجدول (6) أنّ قيم معامل التباين المظهري كانت أعلى من قيم معامل التباين الوراثي في العشائر الست في الهجينين ولجميع الصفات المدروسة، وبدا تقديرهما متقارباً، الأمر الذي يعكس ارتفاع تأثير المكون الوراثي وتدني تأثير العوامل البيئية في التعبير المظهري عن تلك الصفات وبالتالي فإن الانتخاب بناء على القيم المظهرية لتلك الصفات يعد مقبولاً (مرعي، 2011)؛ وسُجّلت تقديرات مرتفعة لمعامل التباين الوراثي لصفة إنتاجية النبات الفردي (22.02) % في الهجين الثاني، ومتوسطة لصفات إنتاجية النبات الفردي (13.60) % وقطر الثمرة (11.54) % في الهجين الأول، وعدد الأيام حتى بدء الإزهار (18.56، 19.80) % ووزن الثمرة (16.78، 17.49) % وعدد الثمار في العنقود (16.59، 19.94) % وعدد الحجيرات في الثمرة (15.01، 14.52) % في الهجينين الأول والثاني على الترتيب، ومنخفضة لصفة ارتفاع الثمرة (8.64، 9.26) % في الهجينين الأول والثاني على الترتيب وقطر الثمرة (8.69) % في الهجين الثاني وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Hamisu et al., 2016; Khan et al., 2017).

كما وجد من خلال النتائج في (الجدول، 6) أنّ قيم درجة التوريث بمفهومها الواسع كانت عالية في جميع الصفات المدروسة، بالمقابل كانت قيم درجة التوريث بالمفهوم الضيق متوسطة التقدير لغالبية الصفات في الهجينين بما يشير إلى مساهمة الفعليين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة تلك الصفات، بالمقابل كانت قيم درجة التوريث بمفهومها الضيق عالية التقدير لصفات وزن الثمرة (0.66، 0.82) وعدد الثمار في العنقود (0.76، 0.80) في الهجينين الأول والثاني على الترتيب ولصفة عدد الحجيرات في الثمرة (0.71) في الهجين الثاني، مما يدل على أهمية الفعل الوراثي التراكمي في وراثة هذه الصفات في الهجينين المدروسين، تتأغمت هذه النتائج مع ما جاء به (El-Gabry et al., 2014; Hamisu et al., 2016). وفي سياق آخر فقد أكد (Johnson et al., 1955) أنّ فعالية عملية الانتخاب تعتمد على تقدير درجة التوريث للصفة المراد الانتخاب من جهة، ومقدار التقدم الوراثي الذي تحقّقه تلك الصفة عبر الأجيال الانعزالية من جهة أخرى، وفي هذا السياق فقد بيّنت النتائج أنّ النسبة المئوية للتقدم الوراثي كانت مرتفعة إلى متوسطة لمختلف صفات الدراسة؛ وسجلت صفتي وزن الثمرة (23.87، 30.25) %، وعدد الثمار في العنقود (28.50، 33.70) % أعلى التقديرات في الهجينين الأول والثاني على التوالي، مهيباً ذلك الفرصة لإجراء الانتخاب لتلك الصفات في الأجيال الانعزالية المبكرة والمتوسطة نتيجة لأهمية الفعليين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفات، تتفق هذه النتائج بالعموم مع نتائج (Kumar and Srivastava, 2017; Ramzan et al., 2014)

الجدول (6) معاملتي التباين المظهري (PCV)، والوراثي (GCV)، درجة التوريث بمفهومها الواسع (H_{BS})، والضيق (H_{NS})، والتقدم الوراثي (GΔ)، والنسبة المئوية للتقدم الوراثي (GΔ%).

ΔG%	ΔG	H _{NS}	H _{BS}	GCV	PCV	الهجين	الصفة
15.57	0.58	0.51	0.83	13.60	14.94	الهجين الأول	إنتاجية النبات الفردي
20.76	0.61	0.44	0.92	22.02	23.02	الهجين الثاني	
23.68	7.28	0.57	0.86	18.56	20.07	الهجين الأول	عدد الأيام حتى بدء الإزهار
25.01	7.25	0.58	0.90	19.80	20.85	الهجين الثاني	

23.87	35.45	0.66	0.91	16.78	17.63	الهجين الأول	وزن الثمرة
30.25	43.06	0.82	0.96	17.49	17.89	الهجين الثاني	
28.50	1.34	0.76	0.84	16.59	18.11	الهجين الأول	عدد الثمار في العقود
33.70	1.55	0.80	0.96	19.94	20.30	الهجين الثاني	
11.71	0.65	0.59	0.81	8.64	9.59	الهجين الأول	ارتفاع الثمرة
11.41	0.64	0.54	0.83	9.26	10.19	الهجين الثاني	
17.24	1.09	0.69	0.91	11.54	12.08	الهجين الأول	قطر الثمرة
12.17	0.71	0.59	0.75	8.69	10.01	الهجين الثاني	
18.13	0.51	0.55	0.88	15.01	16.00	الهجين الأول	عدد الحبيبات في الثمرة
22.50	0.64	0.71	0.88	14.52	15.45	الهجين الثاني	

مكونات التباين الوراثي:

يشير اختبار Scale test-2 الى عدم معنوية التفاعل البيئي الوراثي في معظم الحالات، الجدول (7)، وهذا يشير إلى أصالة التراكيب الوراثية المستخدمة واستقرارها، هذه النتيجة توافقت مع أبحاث كل من (Zdravkovic et al., 2011; Dutta et al., 2013).

الجدول (7) اختبار Scale-2 للصفات المدروسة في الهجينين (T2×T8)، (T8×T16).

F- test			الهجن	الصفة
VP2/VF1	VP1/VF1	VP1/VP2		
1.79 ns	1.23 ns	1.46 ns	الهجين الأول	إنتاجية النبات الفردي
1.97 ns	3.45**	6.80**	الهجين الثاني	
1.25 ns	1.05 ns	1.32 ns	الهجين الأول	عدد الأيام حتى بدء الإزهار
2.71 ns	2.81 ns	1.04 ns	الهجين الثاني	
2.34 ns	9.64**	4.12*	الهجين الأول	وزن الثمرة
4.33*	1.59 ns	2.72 ns	الهجين الثاني	
14.78**	1.00 ns	**14.78	الهجين الأول	عدد الثمار في العقود
2.44 ns	1.00 ns	2.44 ns	الهجين الثاني	
2.92 ns	1.65 ns	1.77 ns	الهجين الأول	ارتفاع الثمرة
1.95 ns	1.00 ns	1.95 ns	الهجين الثاني	
3.50*	1.69 ns	5.91**	الهجين الأول	قطر الثمرة
6.36**	1.05 ns	6.70**	الهجين الثاني	
1.96 ns	4.10*	2.09 ns	الهجين الأول	عدد الحبيبات في الثمرة
2.47 ns	5.56**	2.25 ns	الهجين الثاني	

* تشير إلى المعنوية على مستوى 5%، ** تشير إلى المعنوية على مستوى 1%، ns: غير معنوي

وأظهرت نتائج اختبار I Scaling test الموضحة في الجدول (8) أنّ اثنين على الأقل من المؤشرات (A, B, C, D) كانا عاليي المعنوية لكافة الصفات وفي الهجينين، إذ تدلّ القيم المعنوية لأحد المؤشرات الأربعة على مساهمة الفعل الوراثي التفوق في وراثية جميع الصفات المدروسة (Rajan et al., 2018; Shalaby, 2013)، كذلك كان تقدير مؤشر تأثير متوسط الجيل الثاني (m) عالي المعنوية في كلا الهجينين ولجميع الصفات المدروسة، ويظهر هذا المساهمة العائدة

للمتوسطات ككل مضافاً لها تأثيرات المواقع الوراثية وكذلك التفاعل بين تلك المواقع ومشيراً إلى أن معظم هذه الصفات ذات طبيعة تورث كمية.

تظهر نتائج الدراسة أن الفعل الوراثي السيادةي (h) كان له الدور الأكبر في التحكم بصفة إنتاجية النبات الفردي تلاه الفعل الوراثي التفوقي (السيادي × السيادةي) I، ثم الفعل الوراثي التفوقي (تراكمي × تراكمي) i، وكان الفعل الوراثي التراكمي (d) أدناه مساهمةً وذلك في الهجينين، ونظراً لتعاكس اشارتي الفعلين الوراثيين السيادةي h والتفاعل الوراثي التفوقي (السيادي × السيادةي) I كان التفاعل الوراثي من النمط Duplicative، مشيراً ذلك إلى أن الانتخاب لمثل هذه الصفات يجب أن يتم بعد عدة أجيال، حيث يتم الحصول على مستويات عالية من المورثات المستقرة في الأجيال الانعزالية المتأخرة تشابهت هذه النتيجة مع ما ذكره (Patel et al.,2010; Rajan et al.,2019).

كما امتلك الفعل الوراثي السيادةي (h) التأثير الأكبر في صفة عدد الأيام حتى بدء الإزهار للهجين الأول، تلاه الفعل الوراثي التفوقي (سيادي × سيادي) I ثم الفعل الوراثي التفوقي (تراكمي × تراكمي) i، وأخيراً الفعل الوراثي التراكمي d، وكان نمط التفاعل الوراثي من النمط Duplicative تتاغمت هذه النتيجة مع ما جاء به (Rahaei et al.,2017)، وعليه فإن تحسين هذه الصفة يكون بالاستفادة من قوة الهجين والانتخاب بالأجيال الانعزالية المتأخرة أما في الهجين الثاني فكان الفعل الوراثي السيادةي المتحكم بهذه الصفة، مما يشجع على الاستفادة من قوة الهجين لتحسين هذه الصفة، وتشير القيم السالبة للفعل الوراثي السيادةي (h) إلى أن المورثات المسؤولة عن تخفيض قيمة هذه الصفات تكون سائدةً على المورثات المسؤولة عن زيادة قيمتها (Cukadar-Olmedo and Miller, 1997).

فيما خضعت صفة وزن الثمرة في الهجين الأول بشكل متقارب لكل من تأثير الفعل الوراثي السيادةي h والفعلين الوراثيين التفوقي (سيادي × سيادي) I، والفعل الوراثي (تراكمي × تراكمي) i، تلاه مساهمةً الفعل الوراثي التراكمي d، ثم الفعل الوراثي التفوقي (تراكمي × سيادي) z، وكان نمط التفاعل Duplicative، وهذا النوع من الفعل الوراثي يتطلب تنفيذ الانتخاب بعد عدة أجيال، أما في الهجين الثاني فحلت أولاً مساهمة الفعل الوراثي السيادةي h تلاه الفعل الوراثي التفوقي (تراكمي × تراكمي) i، وأخيراً الفعل الوراثي التراكمي والتفوقي (سيادي × سيادي) I بقيمهما المتقاربة، فيما كان أدنى تلك التأثيرات الفعل الوراثي (تراكمي × سيادي) z، وكان نمط التفاعل في هذا الهجين Duplicative، تقاربت هذه النتائج مع ما ذكره (Chauhan et al.,2019; Dutta and Metha,2020).

أما في صفة عدد الثمار في العنقود في الهجين الأول فكان الفعل الوراثي السيادةي التأثير الأعلى تلاه بقيم متقاربة كل من الفعل الوراثي التفوقي التراكمي × تراكمي والسيادي × سيادي، يليهما تأثيراً الفعل الوراثي التراكمي، أما في الهجين الثاني فكان التأثير الأكبر للفعل الوراثي السيادةي تلاه الفعل الوراثي التفوقي السيادةي × سيادي ثم الفعل الوراثي التفوقي التراكمي × تراكمي وأخيراً الفعل الوراثي الإضافي × سيادي. كان التفاعل الوراثي من النمط Duplicative، وأن تحسينها يمر عبر الاستفادة من قوة الهجين والانتخاب بالأجيال الانعزالية المتأخرة، توافقت هذه النتائج مع ما سجله (Zdravkovic et al.,2011; Chi,2017; Rajan et al.,2019).

وكذلك الحال كان للفعل الوراثي السيادي ذو التأثير الأكبر في وراثته صفة ارتفاع الثمرة، تلاه بقيم متقاربة الفعل الوراثي التفوقي السيادي × سيادي والفعل التراكمي × تراكمي وأخيراً الفعل الوراثي الإضافي وذلك في الهجينين المدروسين، وعليه، تقاربت هذه النتيجة مع ما ذكره (Devi et al., 2005; Patel et al., 2010).

أما في صفة قطر الثمرة ففي الهجين الأول كان التأثير الأكبر للفعل الوراثي السيادي تلاه الفعل الوراثي التفوقي التراكمي × تراكمي ثم الفعل الوراثي السيادي × سيادي، وفي الهجين الثاني كان الفعل السيادي ذو التأثير الأكبر تلاه الفعل الوراثي التفوقي التراكمي × تراكمي وأخيراً الفعل الوراثي التفوقي التراكمي × سيادي. كان التفاعل الوراثي من النمط Duplicative، وأن تحسينها يتم الانتخاب بالأجيال الانعزالية المتأخرة، جاءت هذه النتائج متشابهة مع ما ذكره (Dutta and Metha, 2020)

وفي صفة عدد الحجيرات في الثمرة كان الفعل الوراثي التفوقي السيادي × سيادي ذو التأثير المعنوي في وراثته هذه الصفة في الهجين الأول، وكان التفاعل الوراثي من النمط المكمل Complementary مشيراً ذلك إلى إمكانية استغلال ظاهرة قوة الهجين لتطوير هذه الصفات، بالمقابل كان للفعل الوراثي السيادي التأثير الأهم في وراثتها في الهجين الثاني تلاه الفعلين الوراثيين التفوقيين السيادي × سيادي والإضافي × إضافي بتأثير متقارب، وأخيراً الفعل الوراثي الإضافي وكان التفاعل الوراثي في هذا الهجين من النمط Duplicative، توافقت هذه النتائج عموماً مع ما ذكره (Devi et al., 2005; Somraj et al., 2017).

الجدول (7). مكونات التباين الوراثي للصفات المدروسة للهجين الأول (T2×T8) والثاني (T8×T16).

نمط التفاعل	المؤشرات الوراثية						Scaling test I				الهجين	الصفة
	l±SE	j±SE	i±SE	h±SE	d±Se	m±SE	D	C	B	A		
Dupl.	1.6-** ± 0.4	0.1- ± 0.1	1.2** ± 0.3	2.3** ± 0.2	0.2- * ± 0.1	3.7** ± 0.1	**	**	*	ns	الهجين الأول	إنتاجية النبات الفردي
Dupl.	2.6- ** ± 0.5	0.2 ± 0.1	2.1** ± 0.3	3.5** ± 0.3	0.7- ** ± 0.1	3.0** ± 0.1	**	**	ns	**	الهجين الثاني	
Dupl.	10.4** ± 4.0	0.3- ± 0.8	8.2- ** ± 2.7	17.1- ** ± 2.6	1.6* ± 0.8	30.8** ± 0.6	**	*	ns	ns	الهجين الأول	عدد الأيام حتى بدء الإزهار
Com	1.3- ± 38.	0.3- ± 0.8	3.3- ± 2.7	9.5- ** ± 2.5	1.4 ± 0.8	29.0** ± 0.6	ns	**	*	ns	الهجين الثاني	
Dupl.	110.6- ** ± 16.6	11.7* * ± 3.3	95.9** ± 11.5	115.1** ± 10.9	15.7- ** ± 3.2	148.5** ± 2.4	**	**	ns	**	الهجين الأول	وزن الثمرة
Dupl.	43.3- ** ± 15.1	8.8- ** ± 3.0	61.6** ± 11.0	84.1** ± 10.4	44.4- ** ± 2.9	142.3** ± 2.3	**	**	ns	**	الهجين الثاني	
Dupl.	3.0- ** ± 0.5	0.0- ± 0.1	3.1** ± 0.4	4.8** ± 0.3	1.3- ** ± 0.1	4.7** ± 0.1	**	**	ns	ns	الهجين الأول	عدد الثمار في العنقود
Dupl.	5.0- ** ± 0.6	0.2* ± 0.1	3.9** ± 0.4	7.3** ± 0.4	0.0- ± 0.1	4.6** ± 0.1	**	**	*	**	الهجين الثاني	
Dupl.	1.3- ** ± 0.3	0.1 ± 0.1	1.2** ± 0.2	1.8** ± 0.2	0.2- * ± 0.1	5.5** ± 0.1	**	**	ns	ns	الهجين الأول	ارتفاع الثمرة
Dupl.	1.9- ** ± 0.4	0.02 ± 0.08	1.7** ± 0.3	2.6** ± 0.2	0.2- * ± 0.1	5.6** ± 0.1	**	**	ns	ns	الهجين الثاني	
Dupl.	1.6- ** ± 0.5	0.1 ± 0.1	1.8** ± 0.3	2.5** ± 0.3	0.2- ± 0.1	6.3** ± 0.1	**	**	ns	ns	الهجين الأول	قطر الثمرة
Dupl.	0.6- ± 0.4	0.2** ± 0.1	1.3** ± 0.3	2.3** ± 0.2	0.1- ± 0.2	5.8** ± 0.1	**	**	**	ns	الهجين الثاني	

Com	0.7- [*] ± 0.3	0.1- ± 0.1	0.2 ± 0.2	0.3- ± 0.2	0.1 ± 0.1	2.8 ^{**} ± 0.0	ns	*	**	*	الهجين الأول	في الثمرة الصفات
Dupl.	0.7- ^{**} ± 0.3	0.1- ± 0.1	0.7 ^{**} ± 0.2	1.0 ^{**} ± 0.2	0.1 [*] ± 0.1	2.8 ^{**} ± 0.0	**	**	ns	ns	الهجين الثاني	

(Dupl) Duplicate: فعل وراثي مزدوج. (Com) Complementary: فعل وراثي متكامل. * تشير إلى المعنوية على مستوى 5%، ** تشير إلى المعنوية على مستوى 1% (معنوية m: متوسط الجيل الثاني، d: الفعل الوراثي التراكمي، h: الفعل الوراثي السياتي، i: الفعل الوراثي التفوقي من النوع تراكمي × تراكمي، j: الفعل الوراثي التفوقي من النوع تراكمي × سياتي، l: الفعل الوراثي التفوقي من النوع (سيادي × سيادي. عالية)، ns: غير معنوي.

الاستنتاجات والتوصيات

1. ظهور السيادة الفائقة لمورثات أحد الأبوين على مورثات الأب الآخر في كلا الهجينين ولمعظم الصفات المدروسة، تجلى ذلك بظهور قوة هجين مرتفعة ترافقت مع تدهور واضح للتربية الذاتية في الجيل الثاني.
2. ارتفاع تأثير المكون الوراثي وتدني تأثير البيئة في وراثة كافة الصفات المدروسة لتقارب تقديري معاملي التباين المظهري والوراثي.
3. ترافقت التقديرات المتوسطة لدرجة التوريث الضيقة مع تقدم وراثي نسبي متوسط أو مرتفع لصفات إنتاجية النبات الفردي وعدد الأيام حتى بدء الإزهار وارتفاع الثمرة وقطرها في الهجينين وعدد الحجيرات في الثمرة للهجين الأول، وبالتالي يمر تحسينها عبر الانتخاب في الأجيال الانعزالية المتوسطة. بالمقابل اقترنت التقديرات المرتفعة لكل من لدرجة التوريث بالمعنى الضيق مع النسبة المئوية للتقدم الوراثي لصفات وزن الثمرة وعدد الثمار في العنقود في الهجينين وعدد الحجيرات في الهجين الأول وعليه فالانتخاب لهذه الصفات يتم في الأجيال المبكرة.
4. تميز الفعل الوراثي اللاتراكمي (السيادي)، بدوره الأكبر في التحكم بوراثة غالبية الصفات المدروسة تلاه بمساهمة
5. متقاربة للفعل الوراثي التفوقي (التراكمي × تراكمي) و(السيادي × سيادي)، وأن تحسين تلك الصفات في البندورة يمكن
6. أن يمر عبر التربية لقوة الهجين والتربية بإعادة التكوين والانتخاب في الأجيال المتأخرة (شهاب، وقنبر، 2012).

المراجع

- المجموعة الإحصائية السنوية الزراعية (2018). منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.
- مرعي، عبد المحسن (2011). دراسة السلوكية الوراثية لبعض الصفات الاقتصادية في سلالات مرباة ذاتياً من قرع الكوسا *Cucurbita pepo* L. أطروحة دكتوراه – جامعة تشرين 212 صفحة.
- شهاب، سعود؛ قنبر، عدنان (2012). دليل الوراثة الكمية وتقنيات الإحصاء الحيوي في تربية النبات، دمشق. 354 صفحة.
- Allard, R. W (1960). Principles of plant breeding. New York, John Wiley, PP. 485.
- Burton, G. W (1951). Quantitative inheritance in pearl millet (*Pennisetum glaucum*). Agro. J., 43: 409-417.
- Chauhan, V.B.S; Kumar,R; Behers,T.K; Yadav. R.K and Verma. A.K (2019). Interitance of fruit weight and mode of gene action for yield contributing traits in tomato. Reserch journal of biotechnology. Vol.14(4).73-78.
- Chi, N (2017). Genetic analysis and heritability for heat tolerance traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Master thesis. Texas A& M University. 71p.
- Cukadar-Olmedo, B. and J. F. Miller (1997). Inheritance of the stay green trait in Sunflower. Crop. Sci. 37: 150-153.

- Devi, E.S; Singh, N.B; Devi, A. B; Singh and N.G and Laishram, J (2005). Gene action for fruit yield and its components in tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Indian J. Genet. 65 (3). 221- 222.
- Dutta, B and Mehta. D.R (2020). Generation mean analysis in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Estimation of gene actions for fruit yield and its component traits. Journal of pharmacognosy and phytochemistry. 9(4) 314- 316.
- Dutta, A.K; Akhtar, S; Karak, C and Hazra. P (2013). Gene actions for fruit yield and quality characters of tomato through generation mean analysis. Indian J. Hort. 70(2) 230-237.
- El-Gabry, M.A.H; Solieman, T.I.H and Abido, A.I.A (2014). Combining ability and heritability of some tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars. Scientia horticulturae. 167.153–157.
- Falconer, D. S (1981). Introduction to quantitative genetics. Ed. 2. Longman, London/New York.
- FAO (2019). FAO Statistical databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Hamisu, H.S; Ado, S. G; Yeye, M. Y; Usman, I. S; Afolayan, S. O; Bala .M. G; Usman. A; Yaduma. J. J; Idris B. A; Gwammaja. M. Y; Muhammad, S. M; Hudu, A. H; Idris, A. U; Giginyu. Y. D and Aliyu, J.I (2016). Genetic Studies of Agronomic and Physiological Traits in Tomato (*Lycopersicon lycopersicum* Mill.) Under Heat Stress Conditions. American Journal of Experimental Agriculture 13(6): 1-8.
- Hannan, M.M; Biswas. M.K; Ahmed, M.B and Hossain, M (2007). Combining ability analysis of yield and yield components in tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Turk. J. Bot. 31. 559-563.
- Hayman, B. I (1958). The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. Heredity, 12: 371-390.
- Hayman, B. I and K. Mather (1955). The description of genetic interaction in continuous variation. Biometrics. 11: 69-82.
- Johnson, H. W; Robinson. H. F and Comstock; R.E (1955). Estimates of genetic and environmental variability in soya bean. Agro. J. 47: 318-324.
- Khan, B. A; Mehboob, S. F; Ahmad, M; Iqbal. M; Ullah, I; Saleem, M; Rehman, A and Shaid, M (2017). Genetic analysis of F₂ population of tomato for studying quantitative traits in the cross between Coldera × KHT5. International Journal of Plant Research. 7(4): 90-93.
- Kumar, R and Srivastava. K (2017). Gene effects and heritability for yield and quality traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Agriways. 5(2); 104-112.
- Mather, K (1949). Biometrical genetics dover Publication, Inc. New York. Ltd., London.
- Mather, K and Jinks, J. L (1982). Biometrical genetics. 3rd edition. Chapman and Hall, London p. 396.
- Patel, U.J; Kathiria, K.B; Patel, J.S and Saiyad, I.M (2010). Genetic analysis for fruit yield and its component characters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). International Journal of Plant Sciences. 5(2): 672-675.
- Rahaei, J; Hamidoghli, Y and Rabiei. B (2017). Evaluation of gene effects and heritability of quantitative traits in tomato through generation mean analysis. Iranian journal of horticultural science and technology. 17(4): 423-438.

- Rajan, R; Ebenezer, B. C; Kumar, C; Praveen, S and Joshi, J.L (2018). Generation mean analysis for some quality traits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Plant Archives.18(2). pp. 2083-2086.
- Rajan, R; Ebenezer, B. C; Kumar, C; Praveen, S; Joshi, J.L and Muraleedharan, Ajish (2019). Generation mean analysis for yield and component traits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Plant Archives.19(1): pp. 448-451.
- Ramzan,A; Khan,T.N; Nawab,N.N; Hina,A; Noor,T and Jillani,G (2014).Estimation of genetic Components in F1 hybrids and their parents in determinate tomato (*Solanum lycopersicum* L.). J. Agric. Res.52(1): 65-75.
- Robinson, H. F; R. E. Comstock and P. H. Harvey (1949). Estimates of heritability and degree of dominance in corn. Agron. J., 41: 353-359.
- Shalaby, T.A (2013). Mode of gene action, heterosis and inbreeding depression for yield and its components in tomato (*Solanum lycopersicum* L.).Scientia Horticulturae 164. 540–543.
- Singh, R. K and Chaudhary, B. D (1977). Biometrical method in quantitative genetic analysis. Kamla Nagar, Delhi 110007. India.
- Singh, R. P. and Singh, S (1992). Estimation of genetic parameters through generation mean analysis in bread wheat. Indian J. Genet Plant Breed, 52: 369-375.
- Sivasubramanian, S and M. Menon (1973). Heterosis and inbreeding depression in rice. Madras Agri. J., 60: 1139-1144.
- Smith, H. H (1952). Fixing transgressive vigor in nicotiana rustica heterosis, iowa state college press, Ames, Iowa, U.S.A.
- Snedecor, G. W and Cochran, W. G (1981). Statistical methods. 6th (Edit), Iowa Stat. Univ., Press. Ames, Iowa, U.S.A.
- Somraj, B; Reddy, R; Reddy, K. R; Saidaiah, P and Reddy, M. T (2017). Generation mean analysis for quality and physiological traits of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under high temperature conditions. Journal of pharmacognosy and phytochemistry. 6(4): 198-200.
- Vekariya, T.A; Kulkarni, G.U; Vekaria, D.M; Dedaniya, A.P and Memon, J.T (2019). Combining ability analysis for yield and its components in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Act scientific agriculture. 3(7). 185-191.
- Warner, J. N (1952). A method for estimating heritability. Agro. J, 44: 427-430.
- Wynne, J. C; D. A. Enevy and P. W. Rice (1970). Combining ability estimation in Arachis hypogea. Field performance of F1 hybrids. Crop Sci, 1: 713-715.
- Zdravkovic, J; Pavlovic, N; Girek, Z; Jokanovic, M. B; Savic, D; Zdravkovic, M; Cvikic, D (2011). Generation mean analysis of yield components and yield in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) .Pak. J. Bot. 43(3): 1575-1580.

Genetic Study of Yield and Some of its Components in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

Ali Izzo^{(1)*}, Hassan Khojah⁽¹⁾, Abdel Mouhsen Marie⁽²⁾

(2) Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria.

(2) General commission for scientific Agricultural Research (GCSAR), Syria.

(*Corresponding author: Ali Izzo; E-Mail: izzo198899@gmail.com).

Received: 29/08/2021

Accepted: 19/10/2021

Abstract

The study was conducted in Al-Jamasah station, Tartous agricultural research center, Syria, during 2019 and 2020 seasons. Randomized Complete Blocks Design (RCBD) with three replications was used. Generation mean analysis method was used to study the type of gene action using some genetic indices of the six population of two individual hybrids of tomato (T2×T8) and (T8×T16). Single plant yield, number of days to first flowering, number of fruits per cluster, fruit weight, fruit length, fruit diameter, number of locules per fruit were studied. Average and close phenotypic and genotypic coefficients of variation values were detected for most of the studied traits. This indicates a high contribution of the genetic component in trait expression. Heterosis compared to the better parent in the first filial (F1) was accompanied by genetic Inbreeding depression in the second filial (F2). Most of the traits had average estimates of the degree of heritability in their narrow sense, which indicates that the additive and non-additive gene actions controlled their inheritance. The analysis of the average generations showed that the additive and dominance gene actions were significant for most of the studied traits, with superiority of the dominance gene action values. Epistasis gene action from the additive × additive and dominance × dominance types contributed in the inheritance of most of the studies traits. The contrast between the two signs of the dominance and the epistasis gene actions from the type (dominance × dominance) in most of the traits indicated that it was from the duplicate type in majority of the studied traits and consequently selection could be conducted in later filials. while gene action was from the Complementary type for number of days to flowering in the second hybrid and number of locules per fruit in the first hybrid, so those traits could be improved by taking advantage of heterosis.

Key words: Tomato, yield, gene action, heritability, Genetic advance, Potence ratio.